



Second Semester Examination
2016/2017 Academic Session

June 2017

CPT443 – Automata Theory & Formal Languages
[Teori Automata & Bahasa Formal]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

INSTRUCTIONS TO CANDIDATE:
[ARAHAN KEPADA CALON:]

- Please ensure that this examination paper contains **FIVE** questions in **ELEVEN** printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **LIMA** soalan di dalam **SEBELAS** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

- Answer **ALL** questions.

*[Jawab **SEMUA** soalan.]*

- You may answer the questions either in English or in Bahasa Malaysia.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam bahasa Inggeris atau bahasa Malaysia.]

- In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

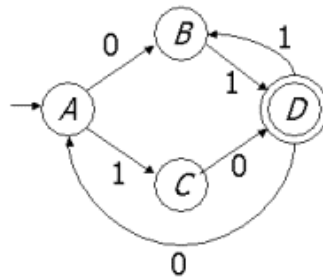
[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

1. Multiple choice questions. Select the best answer.

Soalan aneka pilihan. Pilih jawapan yang terbaik.

- (a) Identify in the list below the string that the following automaton accepts.

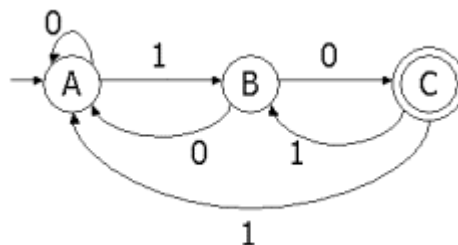
Kenal pasti dalam senarai di bawah rentetan yang diterima oleh "automaton" berikut.



- (A) 1011000
- (B) 1001
- (C) 11001
- (D) 101111

- (b) Convert the following nondeterministic finite automaton (NFA) to a deterministic finite automaton (DFA) using subset construction, including the trap state, if necessary. Which of the following sets of NFA states is not a state of the DFA that is accessible from the start state of the DFA?

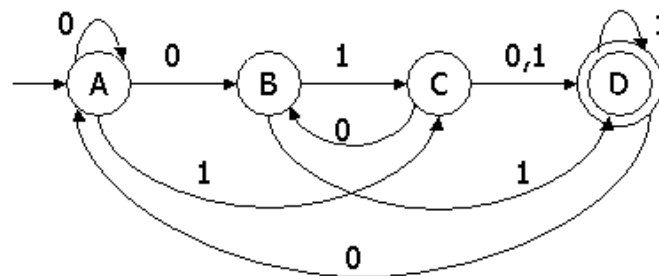
Tukar automata sehingga tak berketentuan (NFA) berikut kepada automata sehingga berketentuan (DFA) menggunakan pembinaan subset, termasuk keadaan yang terperangkap, jika perlu. Set yang mana antara set-set keadaan NFA berikut bukan merupakan keadaan DFA yang boleh diakses dari keadaan permulaan DFA?



- (A) {B}
- (B) {}
- (C) {A}
- (D) {B,C}

- (c) Figure below is a nondeterministic finite automaton:

Rajah berikut ialah automata terhingga tak berketentuan:



Convert this NFA to a DFA, using the "lazy" version of the subset construction. Which of the following sets of NFA states becomes a state of the DFA constructed in this manner?

Tukar NFA ini kepada DFA menggunakan versi pembinaan subset "malas". Set yang mana antara set-set NFA berikut berubah menjadi keadaan DFA dengan cara pembinaan ini?

- (A) {A,B,C}
 - (B) {A,B,C,D}
 - (C) {D}
 - (D) {A,C,D}
- (d) Consider the language L_1, L_2, L_3 as given below.

Pertimbangkan bahasa L_1, L_2, L_3 seperti yang diberikan di bawah.

$$L_1 = \{0^p 1^q \mid p, q \in \mathbb{N}\}$$

$$L_2 = \{0^p 1^q \mid p, q \in \mathbb{N} \text{ and } p = q\}$$

$$L_3 = \{0^p 1^q 0^r \mid p, q, r \in \mathbb{N} \text{ and } p = q = r\}$$

Which of the following statements is NOT TRUE?

Manakah antara kenyataan-kenyataan berikut adalah TIDAK BENAR?

- (A) Push Down Automata (PDA) can be used to recognize L_1 and L_2 .
Push Down Automata (PDA) boleh digunakan untuk mengenali L_1 dan L_2 .
- (B) L_1 is a regular language.
 L_1 ialah bahasa biasa.
- (C) All the three languages are context free.
Kesemua tiga bahasa adalah konteks bebas.
- (D) Turing machine can be used to recognize all the three languages.
Mesin Turing boleh digunakan untuk mengenali kesemua tiga bahasa.

- (e) Which of the following languages is not regular (cannot be defined by a regular expression or finite automaton)?

Manakah antara bahasa-bahasa berikut tidak biasa (tidak boleh ditakrifkan dengan ungkapan nalar atau automaton terhingga)?

- (A) $L = \{x \mid x = (a^2b^2c^2)^n, n \text{ a positive integer}\}$
- (B) $L = \{x \mid x = a^mb^n, n, m \text{ positive integers}\}$
- (C) $L = \{x \mid x = (ab^2c)^n, n \text{ a positive integer}\}$
- (D) $L = \{x \mid x = a^n b^n c^n, n \text{ a positive integer}\}$

- (f) Which of the following strings is NOT in the Kleene closure of the language $\{011, 10, 110\}$?

Manakah antara rentetan-rentetan berikut BUKAN dalam yang bahasa penutupan Kleene $\{011, 10, 110\}$?

- (A) 0111010
- (B) 11001010
- (C) 1101010
- (D) 01111010

- (g) Identify from the list below the regular expression which does not match the language description for string generation.

Kenal pasti dari senarai di bawah ungkapan nalar yang tidak sepadan dengan penerangan bahasa untuk penjanaan rentetan.

- (A) All strings over alphabet $\{0,1\}$ not ending in 01:
Semua rentetan dari abjad $\{0,1\}$ tidak berakhir dengan 01:
 $\lambda + 0 + 1 + (0 + 1)^* (00 + 10 + 11)$
- (B) All strings over alphabet $\{0,1\}$ not containing the substring 101:
Semua rentetan dari abjad $\{0,1\}$ tidak mengandungi subrentetan 101:
 $0^* (1^* 000^*)^* 1^* 0^*$
- (C) All strings over alphabet $\{0,1\}$ having at least two occurrences of the substring 00:
Semua rentetan dari abjad $\{0,1\}$ mempunyai sekurang-kurangnya dua kejadian subrentetan 00:
 $(1 + 0)^* 00(1 + 0)^* 00(1 + 0)^* + (1 + 0)^* 000(1 + 0)^*$
- (D) All strings over alphabet $\{0,1\}$ containing an even number of 0's:
Semua rentetan dari abjad $\{0,1\}$ mengandungi bilangan 0 yang genap:
 $1^* + (1^* 01^* 0)^* 0^* 1^*$

- (h) The following is a context-free grammar for language $L(G)$:

Berikut ialah tatabahasa konteks-bebas untuk bahasa $L(G)$:

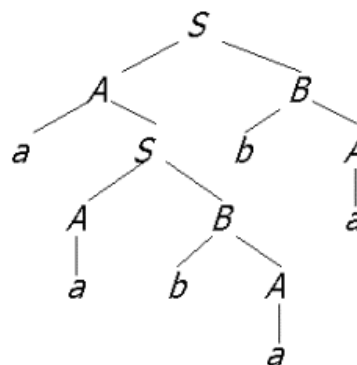
$$\begin{aligned} S &\rightarrow AB \\ A &\rightarrow 0A1 \mid 2 \\ B &\rightarrow 1B \mid 3A \end{aligned}$$

Which of the following strings is in the language $L(G)$?

Manakah antara rentetan-rentetan berikut terkandung dalam bahasa $L(G)$?

- (A) 00021132
 (B) 000211132
 (C) 021131021
 (D) 0211300021
- (i) The following parse tree represents a rightmost derivation according to the grammar $S \rightarrow AB$, $A \rightarrow aS|a$, $B \rightarrow bA$. Which of the following is a right-sentential form in this derivation?

Pokok huraian berikut mewakili terbitan paling kanan mengikut tatabahasa $S \rightarrow AB$, $A \rightarrow aS|a$, $B \rightarrow bA$. Manakah antara berikut adalah bentuk ayat-kanan mengikut terbitan ini?



- (A) AbaS
 (B) aabAba
 (C) abaAbA
 (D) aAbAba

(j) The Turing machine M has:

States q and p; q is the start state.

Tape symbols are 0, 1, and B; whereby 0 and 1 are input symbols, and B is the blank.

The next-move function is as follows:

Mesin Turing M mempunyai:

Keadaan q dan p; q ialah keadaan permulaan.

Simbol-simbol pita ialah 0, 1 dan B; di mana 0 dan 1 ialah simbol-simbol input, dan B ialah tempat kosong.

Fungsi langkah-seterus adalah seperti berikut::

State	Tape	Move
	Symbol	
q	0	(q,0,R)
q	1	(p,0,R)
q	B	(q,B,R)
p	0	(q,0,L)
p	1	none (halt)
p	B	(q,0,L)

Simulate M on the input 1010110, and identify one of the ID's (instantaneous descriptions) of M from the list below.

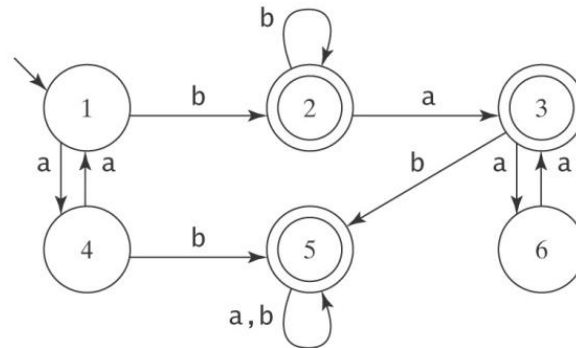
Simulasikan M dengan "input" 1010110, dan kenal pasti satu daripada ID ("instantaneous descriptions") untuk M daripada senarai di bawah.

- (A) 0000q010
- (B) 00000p10
- (C) 001q0110
- (D) 00000000qB

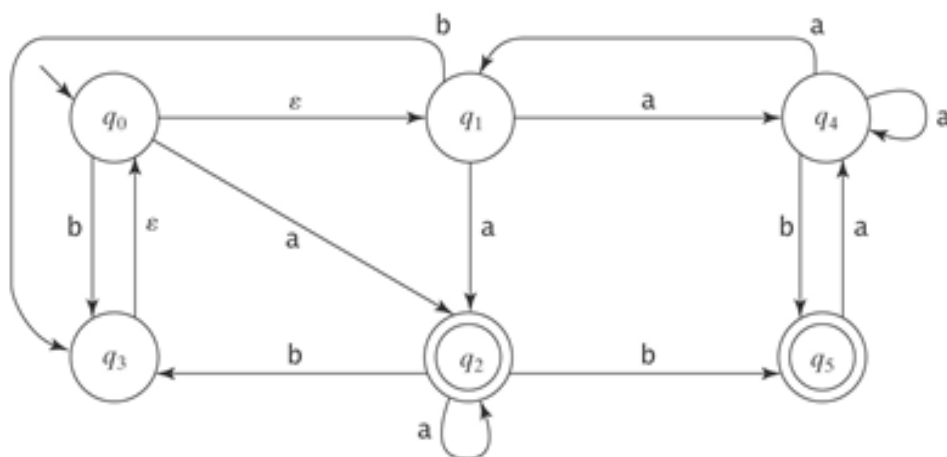
(20/100)

2. (a) Give a clear description in English of the language accepted by the following Finite State Machine.

Berikan penerangan yang jelas dalam Bahasa Inggeris untuk bahasa yang diterima oleh Mesin Keadaan Terhingga berikut.



- (b) (i) Convert the following Nondeterministic Finite Automaton (NFA) into a Deterministic Finite Automaton (DFA) through the subset construction.
 (ii) Show the value of $\text{eps}(q)$ for each state q .
 (iii) Describe the transition function using a transition table. You may list down the functions for involved states only.
 (iv) Show your DFA using a transition diagram.
- (i) Ubah Automaton Terhingga Tak Berketentuan (NFA) berikut kepada Automaton Terhingga Berketentuan (DFA) melalui pembinaan subset.
 (ii) Tunjuk nilai $\text{eps}(q)$ untuk setiap keadaan q .
 (iii) Terangkan fungsi peralihan dengan menggunakan jadual peralihan. Anda boleh menyenaraikan fungsi untuk keadaan yang berkenaan sahaja.
 (iv) Tunjukkan DFA anda dengan menggunakan gambarajah peralihan.



- (c) Given two languages, L_1 and L_2 , and their definitions below:

$L_1 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{every } 0 \text{ in } w \text{ is preceded immediately by the string } 11\}.$

$L_2 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{there is no occurrence of the substring } 000 \text{ in } w\}.$

Diberi dua bahasa, L_1 and L_2 dan definisi-definisi mereka seperti dibawah:

$L_1 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{setiap } 0 \text{ dalam } w \text{ didahului oleh rentetan } 11\}.$

$L_2 = \{w \in \{0, 1\}^* : \text{tiada kemunculan subrentetan } 000 \text{ dalam } w\}.$

- (i) Construct DFA for each of the language L_1 and L_2 .

Then, construct an ε -NFA for language, L_3 and a DFA for language, L_4 , as indicated by the operator(s).

- (ii) *Bina DFA untuk setiap bahasa L_1 dan L_2 .*

Kemudian, bina suatu ε -NFA untuk bahasa, L_3 dan DFA untuk bahasa, L_4 , mengikut operasi yang dinyatakan.

$$L_3 = L_1 \cup L_2.$$

$$L_4 = \neg L_2.$$

- (iii) List **two (2)** strings that will be accepted and **two (2)** strings that will be rejected by each of the new language.

*Senaraikan **dua (2)** rentetan yang akan diterima dan **dua (2)** rentetan yang akan ditolak oleh setiap bahasa baru.*

(20/100)

3. (a) Write regular expressions for the following languages.

Tuliskan ungkapan nalar untuk bahasa-bahasa berikut.

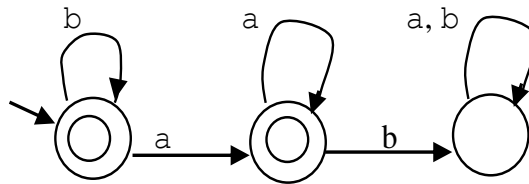
- (i) $w \in \{0, 1\}^* : w \text{ does not have } 100 \text{ as a substring}.$

$\{w \in \{0, 1\}^* : w \text{ tidak mempunyai subrentetan } 100\}.$

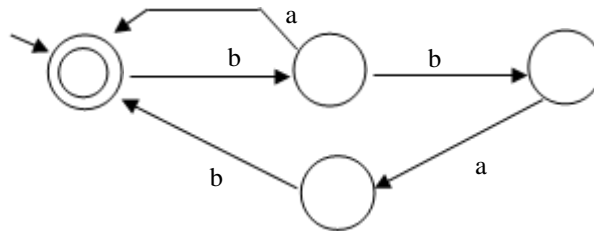
- (ii) $\{w \in \{a, b\}^+ : w \text{ starts and ends with the same character}\}.$

$\{w \in \{a, b\}^+ : w \text{ starts and ends with the same character}\}.$

(iii)



(iv)



- (b) For each of the following languages L , determine whether L is regular. Justify your answer.

Bagi setiap bahasa L yang berikut, tentukan sama ada L adalah biasa. Justifikasikan jawapan anda.

(i) $L = \{0^n 1^m 0^n \mid m, n \geq 0\}$.

(ii) $L = \{a^{i-j} : 0 \leq j \leq i\}$.

(20/100)

4. (a) (i) Describe the meaning of ambiguous Context Free Grammar (CFG).

Terangkan maksud Tatabahasa Konteks Bebas (CFG) yang kabur.

- (ii) Show that the following CFG for language G is ambiguous.

Tunjukkan bahawa CFG bagi bahasa G berikut adalah kabur.

$G = (V, T, P, W)$, where $V = \{W, A, B\}$, $T = \{0, 1\}$, W is the start variable, and the grammar includes the following rules.

$G = (V, T, P, W)$, di mana $V = \{W, A, B\}$, $T = \{0, 1\}$, W adalah pemboleh ubah awal, dan tatabahasanya termasuk peraturan-peraturan berikut.

$$\begin{aligned} W &\rightarrow A \mid B \\ A &\rightarrow 0W \mid \epsilon \\ B &\rightarrow 1W \mid \epsilon \end{aligned}$$

- (b) Let $T = \{0, 1, (,), \cup, *, \emptyset, \epsilon\}$. T is the set of symbols used by regular expressions over the alphabet $\{0,1\}$; with ϵ represents symbol ϵ .

Biar $T = \{0, 1, (,), \cup, *, \emptyset, \epsilon\}$. T ialah satu set simbol yang digunakan oleh ungkapan nalar untuk abjad $\{0,1\}$; di mana ϵ mewakili simbol ϵ .

- (i) Design a Context Free Grammar (CFG) for language G with set of terminals T that generates the regular expressions with alphabet $\{0,1\}$.

Reka suatu Tatabahasa Konteks Bebas (CFG) untuk bahasa G dengan set terminal T yang menjana ungkapan nalar dengan abjad $\{0,1\}$.

- (ii) Based on your answer in 4(b)(i), give a derivation and the corresponding parse tree for the string $(0 \cup (10)^*1)^*$.

Berdasarkan jawapan anda di 4(b)(i), berikan terbitan dan pohon huraian yang sepadan untuk rentetan $(0 \cup (10)^*1)^*$.

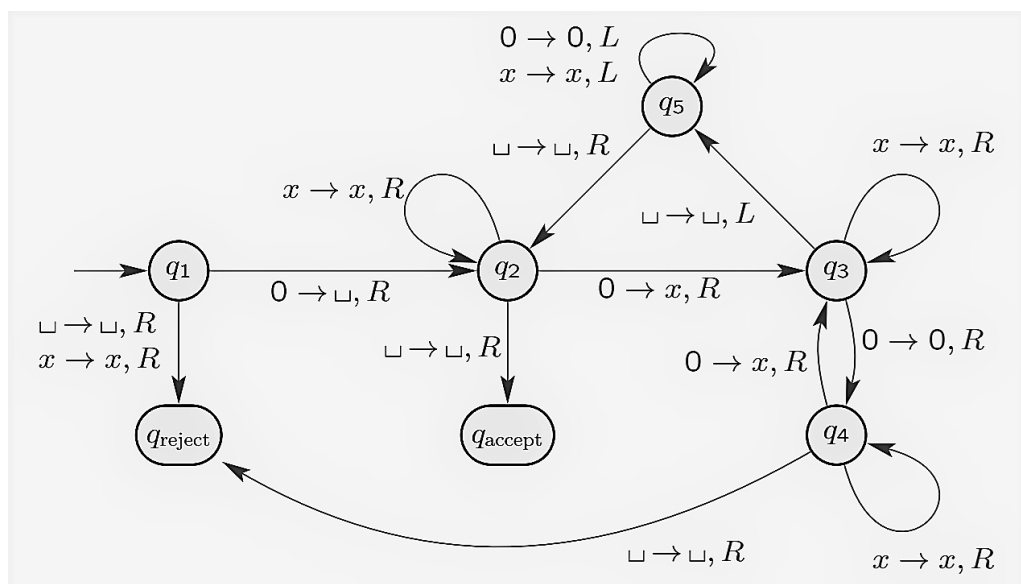
(20/100)

5. (a) A Turing machine is a 7-tuple $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F)$. Describe each element of the tuple.

Mesin Turing merupakan 7-tuple $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, B, F)$. Huraikan setiap elemen "tuple" tersebut.

- (b) The Turing machine M below recognizes the language $A = \{0^{2^n} \mid n \geq 0\}$.

Mesin Turing M di bawah dapat mengenali bahasa $A = \{0^{2^n} \mid n \geq 0\}$.



For each of the following input string, give the entire sequence of moves for M using the instantaneous description of a Turing Machine.

Untuk setiap rentetan input di bawah, beri seluruh urutan pergerakan untuk M menggunakan "instantaneous description" bagi sebuah Mesin Turing.

(i) 00

(ii) 000000

(20/100)

